



PCT/FR 2004 / 003278

REC'D 07 MAR 2005

WIPO PCT

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 08 FEV. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Martine PLANCHE

**BEST AVAILABLE COPY**

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

33 1 53 04 52 65

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerj  
N° 11354

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2

BR

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DE 540 • X /

REMISE DES PIÈCES

DATE

LIEU

18 DEC 2003

N° D'ENREGISTREMENT

75 INPI PARIS F

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE

0314928

PAR L'INPI

18 DEC. 2003

Vos références pour ce dossier  
(facultatif)

MD/CNET04860

1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE  
À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

CABINET MARTINET & LAPOUX  
Conseils en Propriété Industrielle  
43 boulevard Vauban  
B.P. 405 GUYANCOURT  
78055 ST QUENTIN YVELINES CEDEX

Confirmation d'un dépôt par télécopie

☐ N° attribué par l'INPI à la télécopie

2 NATURE DE LA DEMANDE

Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet

☒

Demande de certificat d'utilité

☐

Demande divisionnaire

☐

Demande de brevet initiale

N°

Date

ou demande de certificat d'utilité initiale

N°

Date

Transformation d'une demande de  
brevet européen Demande de brevet initiale

☐

N°

Date

3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Procédé de correspondance automatique entre des éléments graphiques et des éléments phonétiques

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ

OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE

LA DATE DE DÉPÔT D'UNE

DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

☐ S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale

☐ Personne physique

Nom  
ou dénomination sociale

FRANCE TELECOM

Prénoms

Forme juridique

Société Anonyme

N° SIREN

1318101298161

Code APE-NAF

1111

Domicile  
ou  
siège

Rue

6 Place d'Alleray

Code postal et ville

75101 PARIS

Pays

FRANCE

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

☐ S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES  
DATE

LIÉU

18 DEC 2003

N° D'ÉMISSION  
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

**6 MANDATAIRE** (à remplir) **0314928**

DB 540 0 / 21000

Nom

LAPOUX

Prénom

Roland

Cabinet ou Société

CABINET MARTINET & LAPOUX

N° de pouvoir permanent et/ou  
de lien contractuel

-Adresse

Rue

43 boulevard Vauban

Code postal et ville

B.P. 405 GUYANCOURT

Pays

17 8 10 5 15 ST QUENTIN YVELINES CEDEX

FRANCE

N° de téléphone (facultatif)

01 30 64 90 09

N° de télécopie (facultatif)

01 30 64 90 02

Adresse électronique (facultatif)

martinet@lapoux.com

**7 INVENTEUR (S)**

Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques

Les demandeurs et les inventeurs  
sont les mêmes personnes

☐ Oui

☒ Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)

**8 RAPPORT DE RECHERCHE**

Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)

Établissement immédiat  
ou établissement différé

☒

Paiement échelonné de la redevance  
(à des versements)

Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt

☐ Oui

☐ Non

**9 RÉDUCTION DU TAUX  
DES REDEVANCES**

Uniquement pour les personnes physiques

☐ Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)

☐ Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]

**10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES  
ET/OU D'ACIDES AMINÉS**

☐ Cochez la case si la description contient une liste de séquences

Le support électronique de données est joint

☐

La déclaration de conformité de la liste de  
séquences sur support papier avec le  
support électronique de données est jointe

☐

Si vous avez utilisé l'imprimé « Suite »,  
indiquez le nombre de pages jointes

**11 SIGNATURE DU DEMANDEUR  
OU DU MANDATAIRE**

(Nom et qualité du signataire)

Roland LAPOUX  
Mandataire  
CPI/92-1136



VISA DE LA PRÉFECTURE  
OU DE L'INPI

M. MARTIN

## Procédé de correspondance automatique entre des éléments graphiques et des éléments phonétiques

La présente invention concerne en général  
5 l'extraction automatique de connaissances  
linguistiques dans un corpus de transcriptions de  
chaînes graphiques en des chaînes phonétiques. Plus  
particulièrement, elle concerne la transcription  
d'éléments typographiques tels que des caractères  
10 dans une langue prédéterminée en des éléments  
phonétiques.

Actuellement, chaque mot d'une langue constitue  
une chaîne graphique qui est transcrite  
15 phonétiquement en une chaîne de phonèmes par un  
phonéticien. Pour tout nouveau mot à ajouter à un  
corpus d'apprentissage, le phonéticien doit  
intervenir pour transcrire phonétiquement ce nouveau  
mot. Le corpus d'apprentissage ne fournit ainsi que  
20 des transcriptions graphème/phonème globales. Par  
exemple dans la transcription globale  
"ruelle"/[ryɛl], le corpus indique que globalement,  
la chaîne graphique "ruelle" se traduit en chaîne  
phonétique. Cependant, il n'est pas explicité que de  
25 quelque manière, unitairement, l'élément  
typographique "r" se retranscrit phonétiquement. La  
transcription globale n'indique pas également les  
syllabes ou graphèmes composant la chaîne graphique  
et les éléments phonétiques composant la chaîne  
30 phonétique.

Or la connaissance de la transcription  
élémentaire de chaque élément typographique permet,  
par la suite, par analyse caractère par caractère de  
toute chaîne graphique, de déterminer une ou  
35 plusieurs chaînes phonétiques associées à la chaîne

graphique. Les transcriptions phonétiques sont utiles à des systèmes correcteurs de fautes pour reconnaître des fautes lexicales lors de la saisie de texte sur un clavier. Il existe donc un besoin à partir d'une  
5 transcription brute d'extraire des transcriptions élémentaires plus fines.

L'invention vise à déduire automatiquement de transcriptions brutes de chaînes graphiques, telles  
10 que mots et noms patronymiques, par exemple, en des chaînes phonétiques, des transcriptions d'éléments graphiques, telles que caractères, en des éléments phonétiques composant les chaînes phonétiques afin de segmenter automatiquement toute chaîne graphique en  
15 graphèmes et toute chaîne phonétique en phonèmes. Les transcriptions élémentaires élément graphique par élément graphique, c'est-à-dire caractère par caractère, facilitent ensuite la transcription globale automatique de toute chaîne graphique  
20 supplémentaire apportée au corpus des chaînes graphiques, sur la base notamment d'une concaténation d'éléments phonétiques correspondant de manière biunivoque aux caractères de la chaîne graphique supplémentaire.

25

A cette fin, un procédé pour faire correspondre automatiquement des éléments graphiques composant des chaînes graphiques données à des éléments phonétiques composant des chaînes phonétiques correspondantes,  
30 est caractérisé par les étapes suivantes :

estimer des premières probabilités de transcriptions élémentaires des éléments graphiques respectivement en les éléments phonétiques,

pour chaque transcription d'une chaîne graphique  
35 donnée à M éléments graphiques en une chaîne

phonétique correspondante à N éléments phonétiques,  
déterminer des deuxièmes probabilités de MN deuxièmes  
transcriptions de M chaînes graphiques concaténant  
successivement les M éléments graphiques en N chaînes  
5 phonétiques concaténant successivement les N éléments  
phonétiques, en fonction chacune d'une première  
probabilité respective et de la plus grande de trois  
deuxièmes probabilités respectives déterminées  
précédemment, et

10 établir un lien entre les derniers éléments des  
chaînes graphique et phonétique de chaque deuxième  
transcription et les derniers éléments des chaînes  
graphique et phonétique de la transcription relative  
à la plus grande des trois deuxièmes probabilités  
15 respectives afin que des liens établis dans une  
matrice de taille MN relative aux deuxièmes  
probabilités constitue un chemin unique entre des  
dernier et premier couples d'éléments graphique et  
phonétique de la matrice pour segmenter la chaîne  
20 graphique donnée en des graphèmes correspondant  
respectivement à des phonèmes segmentant la chaîne  
phonétique correspondante, le nombre d'éléments  
graphiques dans un graphème étant identique au nombre  
d'éléments graphiques dans le phonème correspondant.

25 Selon d'autres caractéristiques de l'invention,  
la première probabilité respective pour la  
détermination d'une deuxième probabilité relative à  
une deuxième transcription d'une chaîne graphique  
concaténant m éléments graphiques en une chaîne  
30 phonétique concaténant n éléments phonétiques, avec  $1 \leq m \leq M$  et  $1 \leq n \leq N$ , est relative aux derniers  
éléments dans la chaîne graphique à m éléments  
graphiques et la chaîne phonétique à n éléments  
phonétiques. Les trois deuxièmes probabilités  
35 respectives déterminées précédemment pour la deuxième

transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques sont de préférence respectivement relatives à une deuxième transcription d'une chaîne graphique à m-1 éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques, une deuxième transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en une chaîne phonétique à n-1 éléments phonétiques et une deuxième transcription de la chaîne graphique à m-1 éléments graphiques en la chaîne phonétique à n-1 éléments phonétiques.

Par exemple, l'invention transcrit phonétiquement à partir du corpus de transcriptions globales telles que "ruelle" [ryɛl] les éléments graphiques "r", "u", "e", "lle" respectivement en les éléments phonétiques [r], [y], [ɛ], [l].

L'invention peut être assimilée à une syllabation qui permet par analyse de décomposer une transcription globale en transcriptions élémentaires, et de mettre en correspondance localement des sous-transcriptions graphème/phonème. Le découpage en graphèmes et phonèmes initiaux et la mise en correspondance biunivoque de chaque élément graphique à chaque élément phonétique des phonèmes découpés est appelée alignement graphème|phonème. Selon l'exemple précédent, l'invention produit l'alignement suivant :

"r"	"u"	"e"	"lle"
[r]	[y]	[ɛ]	[l*].

Le symbole \* désigne un élément phonétique muet et sans signification.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante de plusieurs réalisations préférées de l'invention, à titre

d'exemples non limitatifs, en référence aux dessins annexés correspondants dans lesquels :

- la figure 1 est un algorithme d'étapes principales du procédé de correspondance automatique selon l'invention; et

- la figure 2 est un algorithme de sous-étapes d'une étape de détermination de premières probabilités individuelles incluse dans le procédé de correspondance automatique.

Comme montré à la figure 1, le procédé de correspondance automatique d'éléments graphiques et d'éléments phonétiques selon l'invention comprend des étapes principales E1 à E11. Ces étapes sont pour la plupart mises en œuvre par exemple sous la forme d'un logiciel implémenté dans un ordinateur et lié notamment à un système de correction de fautes lexicales qui peut être intégré à un système de traitement de texte ou à un système d'exercice linguistique. L'ordinateur contient ou peut accéder à une base du type de celles utilisées en intelligence artificielle. La base inclut un corpus C de transcriptions globales initiales.

Initialement à l'étape E1, les transcriptions globales (CG|CP) sont constituées par des couples faisant correspondre chacun une chaîne graphique CG, telle qu'un mot dans une langue prédéterminée ou un nom patronymique, à une chaîne phonétique CP. Ces transcriptions ont été déterminées et saisies par un phonéticien au moyen d'un formulaire adéquat affiché par l'ordinateur. Le corpus C fait correspondre des chaînes graphiques GC composées chacune d'un ou plusieurs éléments typographiques (caractères), appelés ci-après éléments graphiques  $g_i$  d'un alphabet  $G = \{g_1, \dots, g_I\}$  à I éléments dans la langue



prédéterminée, avec  $1 \leq i \leq M$ , respectivement à des chaînes phonétiques CP composées chacune d'un ou plusieurs éléments phonétiques  $p_j$  d'un alphabet  $P = \{p_1, \dots, p_J\}$  à J éléments phonétiques avec  $1 \leq j \leq J$  et  $I \neq J$  a priori. Toutefois, on ignore à ce stade la segmentation de la chaîne CG en syllabes ou en graphèmes comprenant chacun un ou plusieurs éléments graphiques, et la segmentation de la chaîne CP en phonèmes comprenant chacun un ou plusieurs éléments phonétiques.

Typiquement, les alphabets G et P ont une trentaine d'éléments. Ils présentent ainsi une possibilité de  $30 \times 30 = 900$  couples possibles d'élément graphique et d'élément phonétique. En pratique, le corpus C contient au moins 100.000 transcriptions globales de chaînes typographiques CG en chaînes phonétiques CP, ce qui préserve l'invention d'erreurs grossières dans des estimations de probabilités, comme on le verra ci-après.

A l'étape E2, des premières probabilités de transcription élémentaire  $P(g_i|p_j)$  pour qu'un élément graphique  $g_i$  corresponde à l'élément phonétique  $p_j$  sont a priori estimées et enregistrées dans la base avec le corpus de transcriptions globales C.

Les valeurs estimées des premières probabilités sont autant que possible proches respectivement de valeurs de probabilité maximales recherchées afin que le procédé de l'invention opérant par itérations converge rapidement tout en évitant de retenir des maxima locaux.

La nature concaténative des transcriptions globales des chaînes conduit à l'hypothèse d'une corrélation entre le rang  $r_g$  des éléments graphiques dans une chaîne graphique CG et le rang  $r_p$  des éléments phonétiques dans la chaîne phonétique

correspondante CP. Par exemple dans la transcription globale (beau|bo), il est plus probable que l'élément graphique b, de par sa position en début de chaîne CG, se traduise en élément phonétique [b] plutôt qu'il ne se traduise en [o] phonétique positionné en fin de la chaîne correspondante CP. Dans cet exemple, la corrélation des rangs rapproche les éléments graphiques [b] et [e] de l'élément phonétique [b], et les éléments graphiques [a] et [u] de l'élément phonétique [o].

L'algorithme d'estimation initiale E2 des premières probabilités  $P(g_i|p_j)$  comprend des sous-étapes suivantes E21 à E27.

A la sous-étape E21, IJ nombres de contingence  $K_{gipj}$ , respectivement associés aux transcriptions élémentaires  $(g_i|p_j)$  d'un élément graphique de l'alphabet G et d'un élément phonétique de l'alphabet P sont mis à zéro. Le nombre de contingence  $K_{gipj}$  est égal à la fin de l'étape E2 au nombre de fois estimé où l'élément graphique  $g_i$  est retranscrit en l'élément phonétique  $p_j$  dans les diverses transcriptions globales de chaînes typographiques CG en chaînes phonétiques CP incluses dans le corpus C.

Pour chaque transcription de chaîne (CG|CP), comme indiqué à la sous-étape E22, les rangs des éléments graphiques dans la chaîne CG et les rangs des éléments phonétiques dans la chaîne CP sont normalisés en fonction des longueurs respectives  $l_g$  et  $l_p$  des chaînes CG et CP qui peuvent être différentes. A la sous-étape E23, le rang r d'un élément phonétique dans la chaîne CP est déduit du rang  $r_{gi}$  d'un élément graphique  $g_i$  dans la chaîne CG auquel sera associé l'élément phonétique de rang r, selon la relation suivante :

$$r = \text{partie entière } (r_{gi} \cdot l_p / l_g).$$

Le nombre de contingences  $K_{gipj}$  associé à la transcription élémentaire de l'élément graphique  $g_i$  en l'élément phonétique  $p_j$  n'est alors incrémenté de 1 que si l'élément phonétique  $p_j$  est situé au rang déduit  $r$  dans la chaîne CP, comme indiqué aux sous-étapes E24 et E25.

Les sous-étape E22 à E25 sont réitérées pour chaque transcription globale (CG|CP) du corpus C, comme indiqué à la sous-étape E26. Lorsque toutes les transcriptions globales du corpus ont été parcourues, la sous-étape suivante 26 estime toutes les premières probabilités  $P(g_i|p_j)$  de transcription élémentaire entre les éléments graphiques et les éléments phonétiques, selon les relations suivantes pour chaque élément graphique  $g_i$  :

$$P(g_i|p_j) = K_{gipj} / \sum_{j=1}^{j=J} K_{gipj}$$

après avoir calculé le terme somme au dénominateur pour l'élément graphique  $g_i$ .

En revenant à la figure 1, le procédé de correspondance est poursuivi par des étapes E3 à E10 qui segmentent chaque chaîne graphique CG dans le corpus afin de faire correspondre d'une manière biunivoque chaque segment de la chaîne CG, appelé graphème, comprenant un ou plusieurs éléments graphiques à un segment, appelé phonème, comprenant un ou plusieurs éléments phonétiques résultant d'une segmentation de la chaîne phonétique correspondante CP.

Une chaîne graphique CG comprend  $M$  éléments graphiques consécutifs  $g_1$  à  $g_M$  et la chaîne phonétique CP correspondant à la chaîne CG comprend  $N$  éléments phonétiques consécutifs  $p_1$  à  $p_N$  avec

l'entier  $N$  différent, ou éventuellement égal à l'entier  $M$ .

La probabilité  $P(g_1, \dots, g_m, \dots, g_M | p_1, \dots, p_n, \dots, p_N)$  pour que la chaîne CG corresponde à la chaîne CP, avec  $1 \leq m \leq M$  et  $1 \leq n \leq N$ , est déterminée en fonction des premières probabilités de transcription élémentaire  $P(g_i | p_j)$  estimées précédemment à l'étape E2, et d'une similarité entre les chaînes CG et CP. La similarité est basée sur la distance d'édition de Damerau-Levenshtein DLM (Damerau-Levenshtein Metric), mais en effectuant une maximalisation et non une minimisation. La probabilité  $P(CG|CP)$  est déterminée par une programmation dynamique, en utilisant la formule d'itération suivante pour tout couple  $m, n$  tel que  $1 \leq n \leq N$  et  $1 \leq m \leq M$  :

$$P(g_1 g_2 \dots g_m | p_1 p_2 \dots p_n) = P(g_m | p_n) \max [P(g_1 g_2 \dots g_{m-1} | p_1 p_2 \dots p_n), P(g_1 g_2 \dots g_m | p_1 p_2 \dots p_{n-1}), P(g_1 g_2 \dots g_{m-1} | p_1 p_2 \dots p_{n-1})].$$

La nature concaténative des transcriptions globales de chaînes et des transcriptions graphèmes/phonèmes permet d'appliquer de manière efficace les modèles de Markov. Pour la probabilité donnée d'une transcription d'une chaîne  $g_1, g_2, \dots, g_m$  en une chaîne  $p_1 p_2 \dots p_n$ , l'extension de la chaîne graphique, respectivement phonétique, par un nouvel élément graphique  $g_{m+1}$ , respectivement  $p_{n+1}$ , donne lieu soit à la même chaîne phonétique, respectivement graphique, soit à l'adjonction d'un nouvel élément phonétique, respectivement graphique. Exprimé en terme de probabilité,  $P(g_1 g_2 \dots g_{m+1} | p_1 p_2 \dots p_{n+1})$  ne dépend que des probabilités de trois transcriptions possibles :

$$\text{soit } P(g_1 g_2 \dots g_m | p_1 p_2 \dots p_{n+1})$$

$$\text{soit } P(g_1 g_2 \dots g_{m+1} | p_1 p_2 \dots p_n)$$

$$\text{soit } P(g_1 g_2 \dots g_m | p_1 p_2 \dots p_n).$$

Cette dépendance est exprimée par la distance d'édition égale à la plus grande des trois probabilités indiquée ci-dessus.

Après avoir mis les indices  $m$  et  $n$  à zéro pour  
 5 une transcription globale (CG|CP) à l'étape E3 et  
 incrémenté les indices  $m$  et  $n$  de 1 aux étapes E4 et  
 E5, des itérations commencent aux étapes E6 et E7 en  
 déterminant les probabilités pour que les  $M$   
 concaténations successives des éléments graphiques  $g_1$   
 10 à  $g_M$  de la chaîne CG correspondent au premier élément  
 phonétique  $p_1$  de la chaîne CP, soit :

$$P(g_1, \dots, g_m | p_1) = P(g_m | p_1) \max[P(g_1, \dots, g_{m-1} | p_1)]$$

avec  $1 \leq m \leq M$ , en commençant par la probabilité  
 élémentaire  $P(g_1 | p_1)$ . Puis comme illustré par l'étape  
 15 E8, le procédé est poursuivi par des itérations pour  
 déterminer les probabilités pour que les  $M$   
 concaténations des éléments graphiques  $g_1$  à  $g_M$  de la  
 chaîne CG correspondent aux deux premiers éléments  
 phonétiques  $p_1$  et  $p_2$  de la chaîne CP, en utilisant  
 20 les probabilités précédemment déterminées pour le  
 premier élément graphique  $p_1$ , soit :

$$P(g_1, \dots, g_m | p_1, p_2) = P(g_m | p_2) \max[P(g_1, \dots, g_{m-1} | p_2), \\ P(g_1, \dots, g_m | p_1), P(g_1, \dots, g_{m-1} | p_1)].$$

Puis le procédé est poursuivi en ajoutant un  
 25 élément phonétique  $p_n$  pour déterminer les  $M$   
 probabilités  $P(g_1 | p_1, \dots, p_n)$  à  $P(g_1, \dots, g_M | p_1, \dots, p_n)$   
 jusqu'aux  $M$  probabilités relatives à la chaîne CP =  
 $(p_1, \dots, p_n)$ . Les étapes itératives E4 à E8  
 construisent progressivement une matrice de deuxièmes  
 30 probabilités  $P(g_1, \dots, g_m | p_1, \dots, p_n)$  à  $M$  colonnes pour  
 concaténations successives des  $M$  éléments graphiques  
 et à  $N$  lignes pour concaténations successives des  $N$   
 éléments phonétiques, en opérant ligne par ligne  
 selon l'exemple ci-dessus et en commençant par la

probabilité  $P(g_1|p_1)$  et en finissant par la probabilité  $P(g_1, \dots, g_M|p_1, \dots, p_N)$ .

Chaque itération relative à la  $(m.n)$ ième transcription  $[(g_1, \dots, g_m)|(p_1, \dots, p_n)]$  établit un lien  
 5 entre le couple  $(g_m, p_n)$  et le couple à la plus grande probabilité des trois probabilités déterminées précédemment parmi les trois couples  $(g_{m-1}, p_n)$ ,  $(g_m, p_{n-1})$  et  $(g_{m-1}, p_{n-1})$ . Lorsque le couple  $(g_m, p_n)$  est relié au couple  $(g_{m-1}, p_m)$ , il s'agit d'une  
 10 transcription élémentaire de  $(g_{m-1}, g_m)$  en  $g_m$  ; lorsque le couple  $(g_m, p_n)$  est relié au couple  $(g_m, p_{n-1})$ , il s'agit d'une transcription élémentaire de  $g_m$  en  $(p_{n-1}, p_n)$  ; et lorsque le couple  $(g_m, p_n)$  est relié au couple  $(g_{m-1}, p_{n-1})$ , il s'agit d'une transcription  
 15 élémentaire de  $g_m$  en  $p_n$ .

Ainsi à chaque détermination de probabilité  $P(g_1, \dots, g_m)|(p_1, \dots, p_n)$  est mémorisé un lien qui trace un chemin unique reliant le premier couple  $(g_1, p_1)$  au dernier couple  $(g_M, p_N)$  dans la matrice à M  
 20 colonnes et N lignes. La topologie du chemin unique dans la matrice de taille M.N segmente les chaînes graphiques CG en graphèmes et les chaînes phonétiques CP en phonèmes et aligne les éléments graphiques et les éléments phonétiques en correspondance  
 25 biunivoque. Si un segment du chemin suit une portion d'une ligne entre deux éléments graphiques, la concaténation des éléments graphiques de la portion de ligne correspond à l'élément phonétique de la ligne complété par un ou des éléments phonétiques  
 30 muets et sans signification afin de former un couple de graphème et de phonème ayant le même nombre d'éléments. Si un segment du chemin suit une portion de colonne entre deux éléments phonétiques, l'élément graphique de la colonne complété par un ou des  
 35 éléments graphiques sans signification correspond à

la concaténation des éléments phonétiques de la portion de colonne afin de former un couple de graphème et de phonème ayant le même nombre d'éléments. Un changement de direction du chemin vers  
 5 l'horizontale, la verticale ou la diagonale dans la matrice indique une segmentation des chaînes CG et CP.

A titre d'exemple simple, on cherche à segmenter la transcription globale du mot CG = "beau" en la  
 10 chaîne phonétique CP = [bo] en supposant que l'étape E2 a estimé les premières probabilités individuelles suivantes dans le corpus C :

$P(b|b)=0,9$  ;  $P(e|b)=0,1$  ;  $P(a|b)=0,1$  ;  $P(u|b)=0,1$

$P(e|o)=0,2$  ;  $P(a|o)=0,1$  ;  $P(u|o)=0,2$  ;  $P(b|o)=0,1$ .

15 Pour la transcription (beau|bo) du corpus, les M=4 itérations des étapes E5, E6 et E7 pour chacune des M=2 lignes de la matrice de taille (4,2) produisent le tableau suivant:

$p_n / g_m$	$b = g_1$	$e = g_2$	$a = g_3$	$u = g_4$
$[b] = p_1$	0,9	$\leftarrow 0,09$	$\leftarrow 0,09$	$\leftarrow 0,0009$
$[o] = p_2$	$\uparrow 0,09$	$\nwarrow 0,18$	$\leftarrow 0,018$	$\leftarrow 0,0036$

20 Le symbole  $\leftarrow$  indique que le couple  $(g_m, p_n)$  est relié au couple  $(g_{m-1}, p_n)$ ; le symbole  $\uparrow$  indique que le couple  $(g_m, p_n)$  est relié au couple  $(g_m, p_{n-1})$  ; et le symbole  $\nwarrow$  indique que le couple  $(g_m, p_n)$  est relié au couple  $(g_{m-1}, p_{n-1})$ . Le symbole  $\nwarrow$   
 25 associé à la transcription (be|bo) indique que cette dernière est déduite et donc liée à la transcription (b|b) qui la précède. Le symbole  $\nwarrow$  indique une frontière de segmentation. On en déduit de ce tableau l'alignement suivant :

30 b eau  
 b o\*\*.

Le symbole \* désigne un élément phonétique muet et sans signification.

Afin de parfaire les correspondances entre les graphèmes et les phonèmes et les correspondances entre les éléments graphiques et les éléments phonétiques, de préférence comme indiqué par l'étape E11, les premières probabilités  $P(g_1|P_1)$  à  $(P(g_I|P_J))$  des transcriptions de chacun des éléments graphiques respectivement en les J éléments phonétiques (étape E2) et en particulier les nombres de contingence  $K_{g_1p_1}$  à  $K_{g_Ip_J}$  (sous-étape E25) sont à nouveau estimés en fonction notamment des rangs des éléments phonétiques placés dans les chaînes phonétiques données CG qui ont été segmentées en phonèmes à l'étape précédente E10. A nouveau des deuxièmes probabilités  $P(g_1, \dots, g_m|p_1, \dots, p_n)$  de MN deuxièmes transcriptions de chaque transcription globale d'une chaîne graphique donnée à M éléments graphiques (CG) en une chaîne phonétique correspondante (CP) à N éléments phonétiques sont déterminées par l'exécution des étapes E3 à E10 afin qu'à l'étape suivante E10 des liens soient établis entre des couples  $(g_m, p_n)$  d'une nouvelle matrice à M colonnes et N lignes et par conséquent un chemin corrigé reliant le dernier couple  $(g_m, p_n)$  au premier couple  $(g_1, p_1)$  dans la nouvelle matrice de deuxièmes probabilités de taille MN.

Eventuellement d'autres boucles itératives d'étapes E2 à E11 peuvent être exécutées jusqu'à la convergence du procédé de correspondance, c'est-à-dire jusqu'à ce que le chemin établi devienne constant d'une boucle à la suivante.

Après la segmentation de toutes les chaînes graphiques et phonétiques du corpus G en graphèmes et



phonèmes, la base a enregistré toutes les correspondances entre les éléments graphiques et phonétiques et les correspondances entre les graphèmes et phonèmes pour tout le corpus C parcouru.

- 5        Toute nouvelle chaîne graphique ajoutée au corpus peut être ensuite automatiquement transcrite en une chaîne phonétique segmentée en des phonèmes à l'aide notamment des correspondances précédemment établies et enregistrées selon l'invention.

## REVENDECATIONS

1        Procédé pour faire correspondre  
automatiquement des éléments graphiques ( $g_i$ )  
5        composant des chaînes graphiques données à des  
éléments phonétiques ( $p_j$ ) composant des chaînes  
phonétiques correspondantes, caractérisé par les  
étapes suivantes :

      estimer (E2) des premières probabilités  
10        ( $P(g_i|p_j)$ ) de transcriptions élémentaires des  
éléments graphiques respectivement en les éléments  
phonétiques,

      pour chaque transcription d'une chaîne graphique  
donnée (CG) à M éléments graphiques en une chaîne  
15        phonétique correspondante (CP) à N éléments  
phonétiques, déterminer (E3 - E9) des deuxièmes  
probabilités ( $P(g_1, \dots, g_m|p_1, \dots, p_n)$ ) de MN deuxièmes  
transcriptions de M chaînes graphiques concaténant  
successivement les M éléments graphiques en N chaînes  
20        phonétiques concaténant successivement les N éléments  
phonétiques, en fonction chacune d'une première  
probabilité respective et de la plus grande de trois  
dixièmes probabilités respectives déterminées  
précédemment, et

25        établir (E10) un lien entre les derniers  
éléments ( $g_m, p_n$ ) des chaînes graphique et phonétique  
de chaque deuxième transcription et les derniers  
éléments des chaînes graphique et phonétique de la  
transcription relative à la plus grande des trois  
30        dixièmes probabilités respectives afin que des liens  
établis dans une matrice de taille MN relative aux  
dixièmes probabilités constitue un chemin unique  
entre des dernier et premier couples d'éléments  
graphique et phonétique de la matrice pour segmenter  
35        la chaîne graphique donnée en des graphèmes

## REVENDEICATIONS

1 - Procédé mis en oeuvre dans un ordinateur pour faire correspondre automatiquement des éléments graphiques ( $g_i$ ) composant des chaînes graphiques données à des éléments phonétiques ( $p_j$ ) composant des chaînes phonétiques correspondantes, après avoir saisi (E1) initialement des transcriptions globales (CG|CP) des chaînes graphiques en les chaînes phonétiques dans une base accessible par l'ordinateur, caractérisé par les étapes suivantes :

estimer et enregistrer dans la base (E2) des premières probabilités ( $P(g_i|p_j)$ ) de transcriptions élémentaires des éléments graphiques respectivement en les éléments phonétiques,

pour chaque transcription d'une chaîne graphique donnée (CG) à M éléments graphiques en une chaîne phonétique correspondante (CP) à N éléments phonétiques, déterminer (E3 - E9) des deuxièmes probabilités ( $P(g_1, \dots, g_m|p_1, \dots, p_n)$ ) de MN deuxièmes transcriptions de M chaînes graphiques concaténant successivement les M éléments graphiques en N chaînes phonétiques concaténant successivement les N éléments phonétiques, en fonction chacune d'une première probabilité respective et de la plus grande de trois deuxièmes probabilités respectives déterminées précédemment, et

établir et mémoriser (E10) un lien entre les derniers éléments ( $g_m, p_n$ ) des chaînes graphique et phonétique de chaque deuxième transcription et les derniers éléments des chaînes graphique et phonétique de la transcription relative à la plus grande des trois deuxièmes probabilités respectives afin que des liens établis dans une matrice de taille MN relative aux deuxièmes probabilités constitue un chemin unique

correspondant respectivement à des phonèmes segmentant la chaîne phonétique correspondante, le nombre d'éléments graphiques dans un graphème étant identique au nombre d'éléments graphiques dans le phonème correspondant.

2 - Procédé conforme à la revendication 1, selon lequel la première probabilité respective pour la détermination (E3 - E9) d'une deuxième probabilité ( $P(g_1, \dots, g_m | p_1, \dots, p_n)$ ) relative à une deuxième transcription d'une chaîne graphique concaténant m éléments graphiques en une chaîne phonétique concaténant n éléments phonétiques, avec  $1 \leq m \leq M$  et  $1 \leq n \leq N$ , est relative aux derniers éléments dans la chaîne graphique à m éléments graphiques et la chaîne phonétique à n éléments phonétiques.

3 - Procédé conforme à la revendication 1 ou 2, selon lequel les trois deuxième probabilités respectives déterminées précédemment pour la deuxième transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques sont respectivement relatives à une deuxième transcription d'une chaîne graphique à m-1 éléments graphiques en la chaîne phonétique à n éléments phonétiques, une deuxième transcription de la chaîne graphique à m éléments graphiques en une chaîne phonétique à n-1 éléments phonétiques et une deuxième transcription de la chaîne graphique à m-1 éléments graphiques en la chaîne phonétique à n-1 éléments phonétiques.

4 - Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant une estimation d'autres premières probabilités ( $P(g_i | p_j)$ ) de



transcriptions de chacun des éléments graphiques  
respectivement en les éléments phonétiques en  
fonction notamment des rangs des éléments phonétiques  
placés dans les chaînes phonétiques données (CG) qui  
5 ont été segmentées en phonèmes afin à nouveau de  
déterminer (E6) des deuxièmes probabilités  
( $P(g_1, \dots, g_m | p_1, \dots, p_n)$ ) de MN deuxièmes transcriptions  
de chaque transcription d'une chaîne graphique donnée  
à M éléments graphiques (CG) en une chaîne phonétique  
10 correspondante (CP) à N éléments phonétiques et  
établir un chemin corrigé reliant le dernier couple  
( $g_m, p_n$ ) au premier couple ( $g_1, p_1$ ) dans une nouvelle  
matrice de deuxièmes probabilités de taille MN.

chaîne phonétique à  $n-1$  éléments phonétiques et une deuxième transcription de la chaîne graphique à  $m-1$  éléments graphiques en la chaîne phonétique à  $n-1$  éléments phonétiques.

5

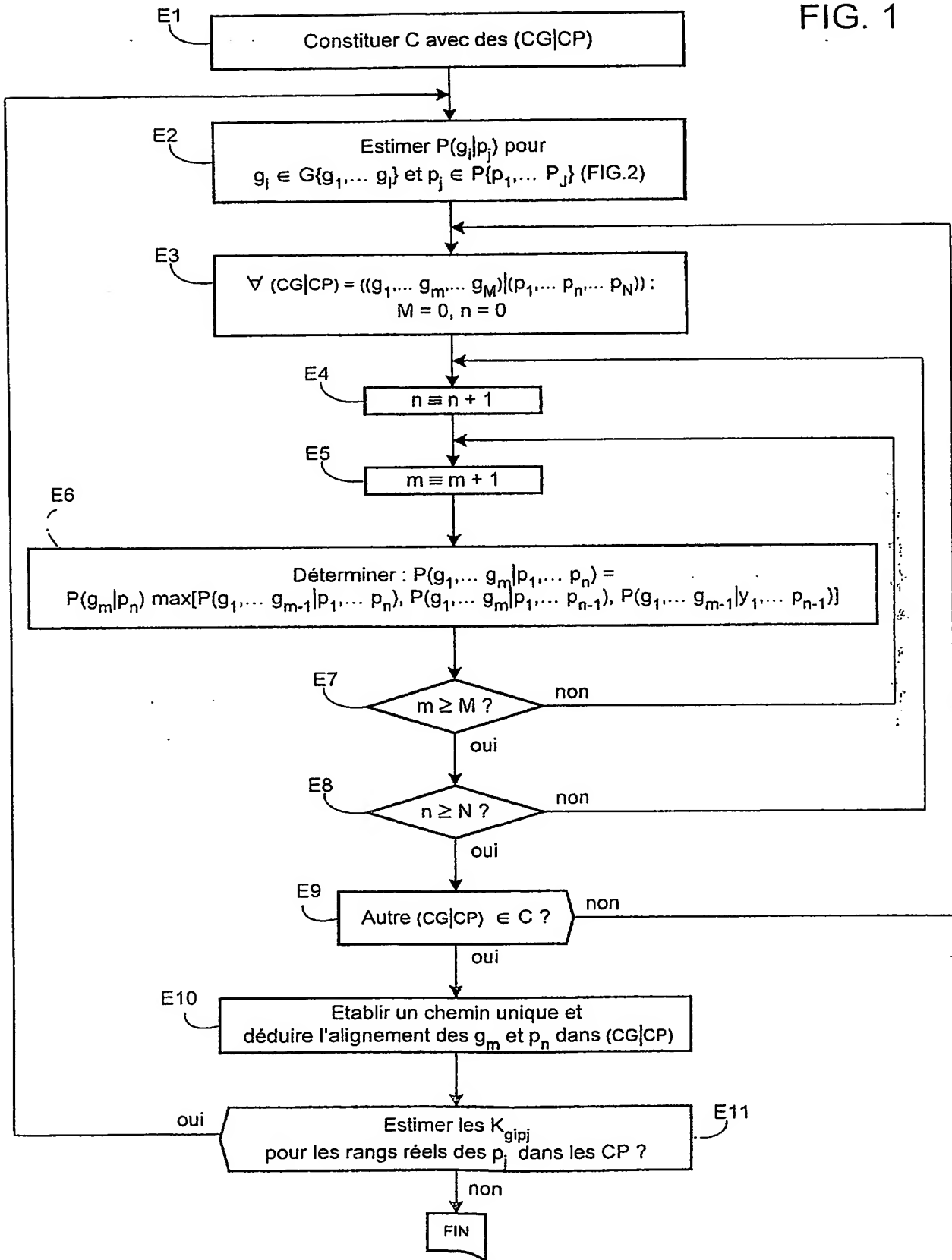
4 - Procédé conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 3, comprenant une estimation d'autres premières probabilités ( $P(g_i|p_j)$ ) de transcriptions de chacun des éléments graphiques respectivement en les éléments phonétiques en fonction notamment des rangs des éléments phonétiques placés dans les chaînes phonétiques données (CG) qui ont été segmentées en phonèmes afin à nouveau de déterminer (E6) des deuxièmes probabilités ( $P(g_1, \dots, g_m|p_1, \dots, p_n)$ ) de MN deuxièmes transcriptions de chaque transcription d'une chaîne graphique donnée à M éléments graphiques (CG) en une chaîne phonétique correspondante (CP) à N éléments phonétiques et établir un chemin corrigé reliant le dernier couple ( $g_M, p_N$ ) au premier couple ( $g_1, p_1$ ) dans une nouvelle matrice de deuxièmes probabilités de taille MN.

10

15

20

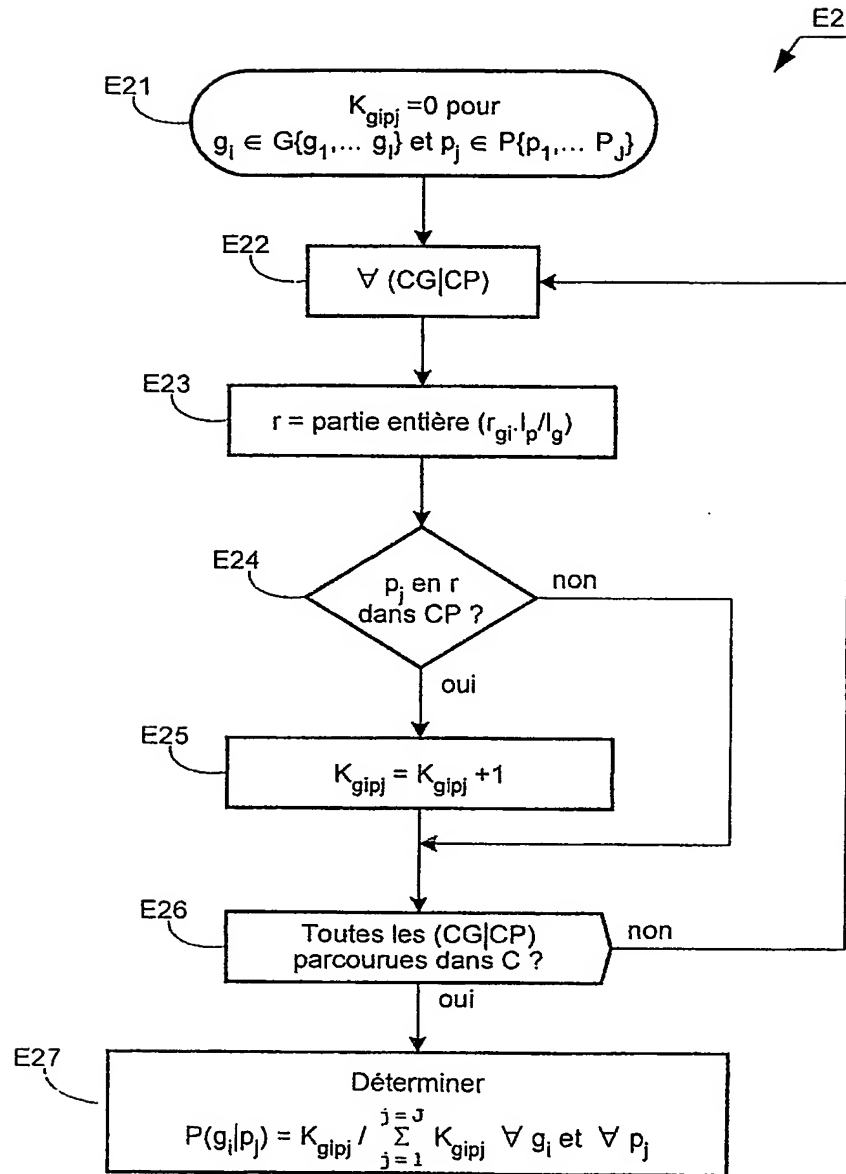
FIG. 1





2/2

FIG. 2



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

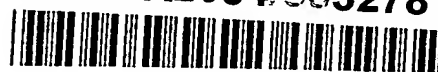
08 113 0 W / 270601

**INV**

Vos références pour ce dossier (facultatif)		MD/CNET04860
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Procédé de correspondance automatique entre des éléments graphiques et des éléments phonétiques		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
FRANCE TELECOM 6 Place d'Alleray 75015 PARIS FRANCE		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
<b>1</b>	Nom	LASSALLE
	Prénoms	Edmond
Adresse	Rue	17 rue du Hingar
	Code postal et ville	1212131010 LANNION
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>2</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
<b>3</b>	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		
Roland LAPOUX Mandataire CPI/92-1136		
		
Le 18 Décembre 2003		



PCT/FR2004/003278



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**